

EP384477

Publication Title:

No title available

Abstract:

Abstract not available for EP0384477

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 384 477
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90103505.5

(51) Int. Cl.⁵: B21D 7/14, B21D 7/024

(22) Anmeldetag: 23.02.90

(30) Priorität: 23.02.89 DE 8902140 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.08.90 Patentblatt 90/35(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB IT

(71) Anmelder: RASI MASCHINENBAU UND
-HANDELS GMBH
Wilhelmstrasse 100
D-7132 Illingen(DE)

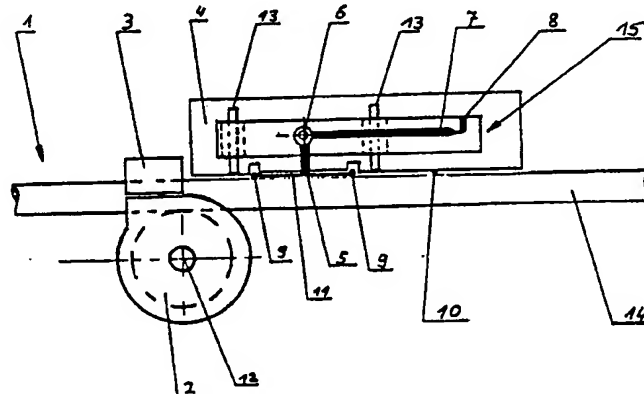
(72) Erfinder: Rapp, Heinrich
Gerohstrasse 18
D-7132 Illingen(DE)

(74) Vertreter: Twelmeier, Ulrich, Dipl.Phys. et al
Westliche Karl-Friedrich-Strasse 29-31
D-7530 Pforzheim(DE)

(54) Verfahren und Maschine zum Biegen von Rohren.

(57) Die vorliegende Erfindung befaßt sich mit einem Verfahren zum Biegen von Rohren auf einen Sollwinkel α sowie mit einer Rohrbiegemaschine zur Durchführung des Verfahrens, bei dem das Rohr (1) in eine Rohrbiegemaschine einlegt, das eingelegte Rohr (1) in einer Spannungsvorrichtung (3) an einem Biegewerkzeug (2) fixiert und das Rohr um den Sollwinkel α gebogen wird, wobei nach dem Fixieren des Rohrs (1) dessen anfängliche Ausrichtung bestimmt, nach dem Biegen das Biegewerkzeug (2) zurückgedreht wird, bis der nicht gebogene Rohrschenkel (14) kräftefrei wieder seine anfängliche Ausrichtung eingenommen hat, der zugehörige Win-

kel γ , um den das Biegewerkzeug (2) zurückgedreht wurde, gemessen und das Rohr um den Winkel γ nachgebogen wird. Die Rohrbiegemaschine weist u.a. ein Biegewerkzeug (2), ein Widerlager (4) und eine Meßeinrichtung (15) zur Bestimmung der Rückfederung und des Nachbiegewinkels auf. Die Meßeinrichtung (15) hat einen schwenkbaren Tastarm (5), welcher zur Anlage an den nicht gebogenen Rohrschenkel (14) gebracht wird und einen drehfest mit dem Tastarm (5) verbundenen Zeiger (7) aufweist, welche drehbar um eine zu der Biegeachse (12) parallelen Achse (6) sind.



EP 0 384 477 A2

Verfahren und Maschine zum Biegen von Rohren

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Biegen von Rohren um einen Sollwinkel α mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Das Biegen von Rohren erfolgt mittels Rohrbiegemaschinen, welche entsprechend den Verfahrensschritten des Oberbegriffs des Anspruchs 1 arbeiten. Bei den modernen CNC-gesteuerten Biegemaschinen ist die Positionierung des Biegewerkzeuges bis auf $1/100^\circ$ genau möglich. Diese sehr genaue Positionierung des Biegewerkzeuges wird jedoch durch das Rohrrückfederverhalten zunichte gemacht. Wird ein Rohr in einer Rohrbiegemaschine gebogen und dieses nach Beendigung des Biegevorganges aus der Maschine entnommen, so kommt es zu einer Auffederung des Rohres. Die Auffederung hat zur Folge, dass der vorgegebene Biegewinkel mit dem tatsächlichen Winkel des gebogenen Rohres nicht mehr übereinstimmt. Dieser Sachverhalt soll anhand eines Beispiels näher erläutert werden. Soll z.B. ein 90° -Bogen hergestellt werden, so wird der eine Rohrschenkel um 90° gebogen. Nach Entnahme des so gebogenen Rohres ist der von den beiden Rohrschenkeln eingeschlossene Winkel aufgrund der Auffederung größer als 90° . Um einen gewünschten Sollwinkel α herzustellen, muss das Rohr um die jeweilige Rückfederung überbogen werden.

Es ist bekannt, die Rückfederung von Rohren empirisch zu ermitteln. Hierzu wird das Rohr nach dem Biegevorgang ausserhalb der Biegemaschine mit Hilfe von Handgeräten oder Maschinen nachgemessen und die Rückfederung für diesen Winkel bestimmt.

Nachteilig bei dieser Vorgehensweise ist, dass das Nachmessen des Istwinkels ausserhalb der Rohrbiegemaschine einen erheblichen Zeitaufwand erfordert. Falls der gemessene Istwinkel mit dem Sollbiegewinkel nicht übereinstimmt, was bei unbekanntem Rohrverhalten die Regel ist, besteht ausserhalb der Biegemaschine keine Möglichkeit, das Rohr wirtschaftlich zu korrigieren. Das erste Rohr ist Ausschuss. Dies ist besonders bei gebogenen Rohren für die chemische Industrie, welche aus hochwertigen Werkstoffen bestehen, sehr kostspielig.

Eine Prognose der Rückfederung aufgrund von Erfahrungswerten für Rohre gleicher Art, ist nur bei gleicher Qualität und kleinen Toleranzen innerhalb einer Charge möglich. Sind aber Schwankungen in der Rohrcharge vorhanden, so wird zwangsläufig das Rohrrückfederverhalten falsch vorhergesagt, die Biegeergebnisse entsprechen nicht den Vorgaben.

Da das Auffederverhalten des Rohres von Rohr

zu Rohr, ja sogar innerhalb des Rohres unterschiedlich sein kann sind laufende Qualitätskontrollen unerlässlich, um die fehlerhaften Teile auszusondern.

Aus der DE-OS 26 44 030 ist ein Verfahren zur Überwachung der Maßhaltigkeit eines mehrfach gekrümmten Rohres in der Serienfertigung bekannt, welches einer laufenden Qualitätskontrolle entspricht. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass die Überprüfung der Maßhaltigkeit nicht innerhalb der Rohrbiegemaschine sondern erst nach dieser erfolgt, um so das fehlerhaft gebogene Rohr keiner weiteren Fertigungsstufe und/oder -Station zuzuführen.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist wie bereits vorstehend ausgeführt, dass auch hier das fehlerhaft gebogene Rohr unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht mehr korrigierbar ist.

Aus der DE-OS 27 04 399 ist eine gattungsgemäße Maschine zum Biegen von Werkstücken mit einer Meßeinrichtung zur Bestimmung des Nachbiegewinkels bekannt. Bei dieser Maschine handelt es sich um solch eine, welche zur Biegung von Blechen verwendet wird. Die Bestimmung des Nachbiegewinkels bzw. der Rückfederung von Blechen erfolgt mittels mehrerer Drehimpulsgäber.

Diese bekannte Meßeinrichtung ist sehr aufwendig gestaltet und empfindlich.

Die Übertragung der aus der DE-OS 27 04 399 bekannten Meßeinrichtung auf Maschinen zum Biegen von Rohren stößt auf große Schwierigkeiten, da die Rohrbiegemaschinen gegenüber den Schwenk-Biegemaschinen andersartig ausgestaltet sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Biegen von Rohren welches unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten einen geforderten Biegewinkel gewährleistet und eine Maschine zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen mit einer robusten, in ihrem Aufbau einfachen Meßeinrichtung zur Bestimmung des Nachbiegewinkels.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen einer Rohrbiegemaschine sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass nach dem Fixieren des Rohres dessen anfängliche Ausrichtung bestimmt wird und nach dem Biegen das Biegewerkzeug zurückgedreht wird, bis der nicht gebogene Rohrschenkel kräftefrei wieder seine anfängliche Ausrichtung eingenommen hat. Der zugehörige Winkel um den das Biegewerkzeug zurückgedreht wurde wird gemessen und das Rohr um den Winkel nachgebo-

gen. Dieses Verfahren hat den großen Vorteil, dass die Bestimmung des Winkels γ in einem kräftefreien Zustand des nicht gebogenen Rohrschenkels erfolgt. Hierdurch wird eine sichere und genaue Bestimmung des Nachbiegewinkels erfolgen.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, dass die zur Durchführung des Verfahrens verwendete Rohrbiegemaschine nicht umgerüstet werden braucht. Hier wird bereits die vorhandene Meßmimik, welche zur Steuerung der Rohrbiegemaschine verwendet, genutzt um das Biegewerkzeug zurückzudrehen und daraus den zugehörigen Winkel zu bestimmen.

Zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 ist es vorteilhaft eine Rohrbiegemaschine zu verwenden die gemäß Anspruch 2 ausgebildet ist. Diese Rohrbiegemaschine zeichnet sich durch eine Meßeinrichtung aus, die einen einfachen und robusten Aufbau aufweist. Sie ist daher unempfindlich gegenüber dem rauen Einsatz im Betrieb. Dies ist besonders bei der Herstellung von gebogenen Rohren von Bedeutung, da das Einlegen und die Entnahme des Rohres aus der Rohrbiegemaschine vorwiegend manuell vorgenommen wird.

Vorteilhafterweise ist die Meßeinrichtung mit einem Zeiger ausgebildet, der länger als der Tastarm ist. Hierdurch wird eine hohe Empfindlichkeit der Messung ermöglicht. Die Messung ist eine Kompensationsmessung bei der das Biegewerkzeug solange zurückgedreht wird, bis der nicht gebogene Rohrschenkel kräftefrei wieder seine anfängliche Ausrichtung eingenommen hat und der Zeiger seine Ausgangsposition ebenfalls eingenommen hat.

Vorteilhafterweise sind der Tastarm und der Zeiger der Meßeinrichtung ein Teil, wodurch eine wirtschaftlich vorteilhafte Ausgestaltung der Maschine erzielt wird, da die Herstellung des einteiligen Tastarms und des Zeigers in einem einzigen Herstellvorgang vorgenommen werden kann.

Ein weiterer Vorteil liegt daran, dass der Tastarm und der Zeiger gegeneinander nicht ausgerichtet werden müssen und auch keine Nachausrichtung notwendig ist. Die Meßeinrichtung weist vorteilhafterweise an dem Tastarm einen zweiten Arm auf, welcher parallel zum Zeiger ist. Hierdurch wird eine besonders zuverlässige Messung des Nachbiegewinkels γ erzielt. Die rechtwinklige Anordnung des Zeigers und des Tastarms hat den Vorteil, dass die Auslenkung des Zeigers dem Auffedern des nicht gebogenen Rohrschenkels entspricht.

Die Weiterbildung der Rohrbiegemaschine nach Anspruch 6 hat den Vorteil, dass die Meßeinrichtung an der Maschine sehr kompakt ausgebildet ist, da der Zeiger parallel zur Anschlagfläche des Widerlagers und parallel zum zu biegenden Rohr ist.

Vorteilhafterweise sind an den beiden Enden des zweiten Arms Tastelemente angebracht, wodurch ein Anliegen über der gesamten Länge des zweiten Armes an dem Rohr verhindert wird. Durch die Tastelemente, bei denen es sich um zylinderförmige handeln kann, werden etwaige Unebenheiten des Rohres, welche zu Meßergebnisverfälschungen führen können, ausgeschlossen. Dies ist eine Folge dessen, dass die Tastelemente an der Mantelfläche des Rohres theoretisch nur an einem Punkt anliegen.

Die Weiterbildung nach Anspruch 8 hat den Vorteil, dass die Meßeinrichtung weiter vereinfacht wird. Es bedarf keines komplizierten Herstellungsweges des Armes mit dem Tastelement. Auch hier besteht zwischen den Tastelementen und dem Rohr nur eine Punktberührung.

Die Weiterbildung nach Anspruch 9 hat den Vorteil, dass die Meßeinrichtung nur während der Messung an das Rohr herangeführt wird, so dass beim Wechsel des Rohres oder während des Biegevorgangs die Meßeinrichtung vor Beschädigungen geschützt ist.

Vorteilhafterweise ist die Meßeinrichtung relativ zum Widerlager justierbar, so dass ein unbeabsichtigtes Heranführen der Meßeinrichtung an das Rohr verhindert wird.

Die Weiterbildung nach Anspruch 11 hat den Vorteil, dass ein Positionssensor vorgesehen ist, mit dem die kräftefreie anfängliche Ausrichtung des nicht gebogenen Rohrschenkels bestimmt wird. Dieser Positionssensor ist vorteilhafterweise in der Nähe des freien Endes des Zeigers angeordnet, wodurch eine hohe Empfindlichkeit erzielt wird. Das zu biegende Rohr wird in eine Rohrbiegemaschine eingelegt und in einer Spannvorrichtung an einem Biegewerkzeug fixiert. An den nicht zu biegenden Rohrschenkel wird die Meßeinrichtung herangefahren und die Tastelemente zur Anlage an das Rohr gebracht. Die Lage des fixierten Rohres wird als anfängliche Ausrichtung durch die Meßeinrichtung bestimmt und als Referenzlage angesehen. Ist die anfängliche Ausrichtung bestimmt, so wird die Meßeinrichtung von dem Rohrschenkel zurückgefahren und das Widerlager an das Rohr herangefahren. Anschließend erfolgt ein Biegen des Rohres um den Sollwinkel α . Ist der Biegevorgang, d.h. das Biegen des Rohres um den Sollwinkel beendet, so wird das Widerlager zurückgefahren. Der nicht gebogene Rohrschenkel federt auf, wobei das Auffedern z.B. durch einen im Rohr vorhandenen Dorn oder eine Spannzange behindert werden kann. Die Meßeinrichtung wird an den nicht gebogenen Rohrschenkel herangefahren und die Tastelemente zur Anlage an das Rohr gebracht. Der Zeiger ist entsprechend der Auffederung des Rohres ausgelenkt und weicht von der anfänglichen Ausrichtung des Rohres aus. Der Positionssensor

gibt ein Signal an einen Drehgeber ab, der mit dem Biegeantrieb elektrisch verbunden ist. Der Drehgeber steuert den Biegeantrieb an und das Biege-
werkzeug wird zurückgefahren. Dies geschieht so-
lange, bis der nicht gebogene Rohrschenkel seine
kräftefreie anfängliche Ausrichtung eingenommen
hat. In dieser Stellung hat auch der Zeiger seine
Referenzlage erreicht und die Abgabe eines Si-
gnals an den Drehgeber wird beendet. Aus der
aktuellen Stellung des Biegewerkzeuges wird der
zugehörige Winkel γ bestimmt. Nach der Bestim-
mung des Winkels γ wird die Meßeinrichtung von
dem Rohr zurückgefahren und das Widerlager mit
seiner Anschlagfläche an den nicht zu biegenden
Rohrschenkel zur Anlage gebracht. Das Rohr wird
nunmehr um den Winkel γ nachgebogen.

Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich
aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevor-
zugten Ausführungsbeispiels.

Figur 1 zeigt schematisch den Aufbau einer
Maschine zum Biegen von Rohren mit einer Meß-
einrichtung zur Bestimmung des Nachbiegewinkels.

In der Figur 1 sind nur die wesentlichen Teile
der Maschine und der Meßeinrichtung dargestellt.
Ein Rohr 1 wird durch das Biegewerkzeug 2 um
die Biegeachse 12 gebogen. Das Rohr wird zum
einen am Werkzeug 2 mittels der Spannvorrichtung
3 und zum anderen durch das Widerlager 4 festge-
halten. Während des Biegevorgangs liegt das Wi-
derlager 4 mit seiner Anschlagfläche 10 an der
Mantelfläche des Rohres 1 an.

Die Meßeinrichtung ist auf dem Widerlager 4
ortsverschieblich angeordnet. Eine Verschiebung
der Meßeinrichtung ist auf den Führungen 13 mög-
lich.

Die in der Figur 1 dargestellte Position der
Meßeinrichtung entspricht der kräftefreien anfängli-
chen Ausrichtung des Rohres 1. An dem nicht zu
biegenden kräftefreien Rohrschenkel 14 liegen die
Tastelemente 9 an. Die Tastelemente 9 sind an
den beiden Enden des zweiten Armes 11 ange-
bracht. Der zweite Arm 11 ist an dem der Achse 6
gegenüberliegenden Ende des Tastarmes 5 recht-
winklig sowie symmetrisch zur Drehachse 6 ange-
ordnet. Der Tastarm 5 und der Zeiger 7 bilden
einen rechten Winkel. Der Zeiger 7 sowie der zwei-
te Arm 11 sind parallel zueinander angeordnet.

In der Nähe des freien Endes des Zeigers 7 ist
ein Positionssensor 8 angeordnet, der auf die Lage
des Zeigers 7 anspricht. Ist der Zeiger 7 aus seiner
Lage, welche durch die anfängliche Ausrichtung
des Rohres bestimmt ist ausgelenkt, so gibt der
Positionssensor 8 ein Signal an einen Drehgeber,
welches solange anhält, bis der Zeiger 7 seine
ursprüngliche Lage wieder eingenommen hat.

Nicht dargestellt ist die Verbindung des Posi-
tionssensors 8 mit dem Drehgeber. Der Drehgeber
ist mit dem Drehantrieb der Rohrbiegemaschine

verbunden. Er weist einen ersten und einen zwei-
ten Eingang auf. Der erste Eingang ist zur Eingabe
des Sollwinkels α vorgesehen um den das Rohr
gebogen werden soll. Der zweite Eingang des
Drehgebers ist mit einem Ausgang des Positi-
onsensors verbunden der ein Signal an den Drehge-
ber abgibt, bis der nicht gebogene Rohrschenkel
seine kräftefreie anfängliche Ausrichtung einge-
nommen hat. Der Drehgeber ist vorteilhafterweise
in einer Steuereinheit der Rohrbiegemaschine an-
geordnet.

Bei dem Positionssensor zur Bestimmung der
kräftefreien anfänglichen Ausrichtung des Rohres
kann es sich z.B. um einen Näherungssensor han-
deln. Eine weitere Möglichkeit zur Ausgestaltung
des Positionssensors 8 besteht darin, dass man
eine Lichtschranke verwendet. Desweiteren ist es
möglich eine Justierschraube als Positionssensor 8
zu verwenden.

Ansprüche

1. Verfahren zum Biegen von Rohren auf einen
Sollwinkel α , durch

a) Einlegen des Rohrs in eine Rohrbiegema-
schine,

b) Fixieren des eingelegten Rohrs in einer
Spannungsvorrichtung an einem Biegewerkzeug,

c) Biegen des Rohrs um den Sollwinkel α ,
dadurch gekennzeichnet, dass

nach dem Fixieren des Rohrs dessen anfängliche
Ausrichtung bestimmt,

nach dem Biegen das Biegewerkzeug zurückge-
dreht wird, bis der nicht gebogene Rohrschenkel
kräftefrei wieder seine anfängliche Ausrichtung ein-
genommen hat,

der zugehörige Winkel γ , um den das Biegewerk-
zeug zurückgedreht wurde, gemessen,

und das Rohr um den Winkel γ nachgebogen wird.

2. Rohrbiegemaschine, ein Biegewerkzeug, ein
Widerlager und eine Meßeinrichtung zur Bestim-
mung der Rückfederung und des Nachbiegewin-
kels aufweisend zur Durchführung des Verfahrens
nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
die Meßeinrichtung einen schwenkbaren Tastarm
(5), welcher zur Anlage an den nicht gebogenen
Rohrschenkel (14) gebracht wird und einen dreh-
fest mit dem Tastarm (5) verbundenen Zeiger (7)
aufweist, welche drehbar um eine zu der Biegeach-
se (12) parallelen Achse (6) sind.

3. Rohrbiegemaschine nach Anspruch 2, da-
durch gekennzeichnet, dass der Zeiger (7) län-
ger als der Tastarm (5) ist.

4. Rohrbiegemaschine nach Anspruch 2 oder
3, dadurch gekennzeichnet, dass der Tastarm
(5) und der Zeiger (7) ein Teil bilden.

5. Rohrbiegemaschine nach einem der Ansprü-

che 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Tastarm (5) wenigstens zwei in einer Ebene und parallel zur Biegeachse (12) liegende Tastelemente (9) aufweist.

6. Rohrbiegemaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Tastarm (5) und der Zeiger (7) einen rechten Winkel bilden und an dem Tastarm (5) parallel zum Zeiger (7) und symmetrisch zur Achse (6) ein zweiter Arm (11) angeordnet ist, an dessen beiden Enden Tastelemente (9) ausgebildet sind.

7. Rohrbiegemaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die an den beiden Enden des zweiten Armes (11) angeordneten Tastelemente (9) zylinderförmig sind.

8. Rohrbiegemaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Enden des zweiten Armes (11) von der Anschlagfläche (10) weggebogen sind, und eine gedachte Verbindungslinie zwischen den umgebogenen Enden parallel zum Zeiger (7) ist.

9. Rohrbiegemaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Meßeinrichtung (15) auf dem Widerlager (4) der Maschine ortsveränderlich angeordnet ist.

10. Rohrbiegemaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Meßeinrichtung (15) in ihrer Position relativ zum Widerlager (4) justierbar ist.

11. Rohrbiegemaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Nähe des freien Endes des Zeigers (7) ein Positionssensor (8) zur Bestimmung der kräftefreien Lage des nicht zu biegenden Rohrschenkels angeordnet ist.

12. Rohrbiegemaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Drehantrieb der Rohrbiegemaschine mit einem Drehgeber verbunden ist, der einen ersten und einen zweiten Eingang aufweist, wobei der erste Eingang zur Sollwinkleingabe vorgesehen und der zweite Eingang mit einem Ausgang des Positionssensor (8) verbunden ist, der ein Signal an den Drehgeber abgibt, bis der nicht gebogene Rohrschenkel (14) seine kräftefreie anfängliche Ausrichtung eingenommen hat.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

